

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-005900  
 (43)Date of publication of application : 09.01.2002

(51)Int.Cl. G01N 29/02  
 G01N 29/18

(21)Application number : 2000-184617 (71)Applicant : NGK SPARK PLUG CO LTD

(22)Date of filing : 20.06.2000

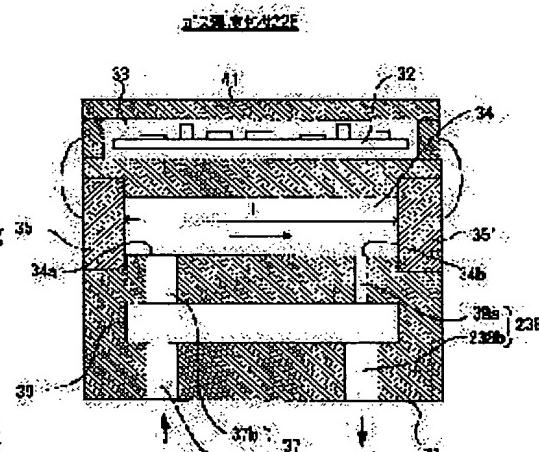
(72)Inventor : ISHIKAWA HIDEKI  
 SATO YOSHIKUNI  
 HIROSE TAKAHIKO  
 TOMONO KEIGO  
 ISHIDA NOBORU

## (54) GAS CONCENTRATION SENSOR

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a gas concentration sensor in which a specific gas component flowing through piping can be measured with high accuracy by reducing the pressure loss in the sensor and lowering the flow rate dependence of measurement accuracy caused thereby.

**SOLUTION:** The measuring chamber outflow passage 38a of the gas concentration sensor has a channel cross-section formed smaller than that of the measuring chamber inflow passage 37b. Consequently, a gas introduced from piping into the main inflow passage 37a is branched positively by a bypass passage 39 due to fluid resistance of the measuring chamber outflow passage 38a. The flow rate of gas flowing into the measuring chamber can thereby be limited to a constant level and the gas concentration can be measured stably. Since the main outflow passage 238b has a channel cross-section formed larger than that of the measuring chamber outflow passage 38a, gas delivered to the main outflow passage 238b through the bypass passage 39 is not subjected to a large pressure loss but flows smoothly into the piping.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

**BEST AVAILABLE COPY**

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-5900

(P2002-5900A)

(43)公開日 平成14年1月9日(2002.1.9)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

G 0 1 N 29/02  
29/18

識別記号

F I

G 0 1 N 29/02  
29/18

テーマコード(参考)

2 G 0 4 7

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 17 頁)

(21)出願番号 特願2000-184617(P2000-184617)

(22)出願日 平成12年6月20日(2000.6.20)

(71)出願人 000004547

日本特殊陶業株式会社

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号

(72)発明者 石川 秀樹

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日本特殊陶業株式会社内

(72)発明者 佐藤 美邦

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日本特殊陶業株式会社内

(74)代理人 100082500

弁理士 足立 勉 (外1名)

最終頁に続く

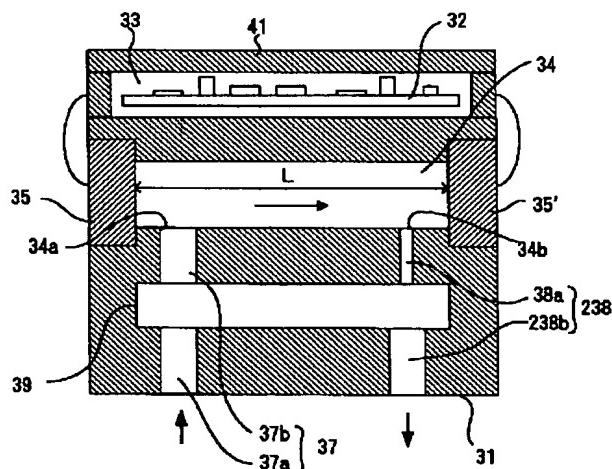
(54)【発明の名称】 ガス濃度センサ

(57)【要約】

【課題】 センサ内での圧力損失を低減すると共に、それによる測定精度の流量依存性を低減することにより、配管を流れる特定のガス成分を高精度に測定することができるガス濃度センサを提供する。

【解決手段】 ガス濃度センサの測定室流出通路38aは、その流路断面が測定室流入通路37bの流路断面よりも小さく形成されている。このため、測定室流出通路38aの流动抵抗により、配管から主流入通路37aに導入されたガスは、バイパス通路39に積極的に分流することになる。その結果、測定室に流れ込むガスの流量を一定に制限することができ、安定したガス濃度の測定を行うことができる。また、主流出通路238bは、その流路断面が測定室流出通路38aの流路断面よりも大きく形成されているため、バイパス通路39を介して主流出通路238bに送出されたガスは、大きな圧力損失を受けることなく、配管に流出する。

ガス濃度センサ225



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 配管を流れる被測定ガスを流入出させる流入孔及び流出孔を有する測定室を備え、該測定室に前記被測定ガスを流入させた状態で、該測定室内における超音波の伝搬時間を計測することにより、前記被測定ガス中の特定ガスのガス濃度を検出するガス濃度センサにおいて、

前記配管に接続され、前記被測定ガスを導入する主流入通路と、該主流入通路及び前記流入孔の各々に連通し、該主流入通路を流れる前記被測定ガスを前記測定室に流入させる測定室流入通路とを備えたガス流入通路と、前記流出孔に連通し、前記測定室から前記被測定ガスを導出する測定室流出通路と、該測定室流出通路及び前記配管の各々に連通し、該測定室流出通路を流れる前記被測定ガスを前記配管に送出する主流出通路とを備えたガス流出通路と、

前記主流入通路と前記測定室流入通路との接続部、及び前記測定室流出通路と前記主流出通路との接続部の各々に連通し、前記主流入通路に導入された前記被測定ガスの一部を分流させて前記主流出通路に送出するバイパス通路と、

を備え、

前記測定室流出通路は、その流路断面が、前記測定室流入通路の流路断面よりも小さくなるように形成されたことを特徴とするガス濃度センサ。

【請求項2】 配管を流れる被測定ガスを流入出させる流入孔及び流出孔を有する測定室を備え、該測定室に前記被測定ガスを流入させた状態で、該測定室内における超音波の伝搬時間を計測することにより、前記被測定ガス中の特定ガスのガス濃度を検出するガス濃度センサにおいて、

前記配管に接続され、前記被測定ガスを導入する主流入通路と、該主流入通路及び前記流入孔の各々に連通し、該主流入通路を流れる前記被測定ガスを前記測定室に流入させる測定室流入通路とを備えたガス流入通路と、前記流出孔に連通し、前記測定室から前記被測定ガスを導出する測定室流出通路と、該測定室流出通路及び前記配管の各々に連通し、該測定室流出通路を流れる前記被測定ガスを前記配管に送出する主流出通路とを備えたガス流出通路と、

前記主流入通路と前記測定室流入通路との接続部、及び前記測定室流出通路と前記主流出通路との接続部の各々に連通し、前記主流入通路に導入された前記被測定ガスの一部を分流させて前記主流出通路に送出するバイパス通路と、

を備え、

前記主流出通路は、その流路断面が、前記測定室流出通路の流路断面よりも大きくなるように形成されたことを特徴とするガス濃度センサ。

【請求項3】 配管を流れる被測定ガスを流入出せる

流入孔及び流出孔を有する測定室を備え、該測定室に前記被測定ガスを流入させた状態で、該測定室内における超音波の伝搬時間を計測することにより、前記被測定ガス中の特定ガスのガス濃度を検出するガス濃度センサにおいて、

前記配管に接続され、前記被測定ガスを導入する主流入通路と、該主流入通路及び前記流入孔の各々に連通し、該主流入通路を流れる前記被測定ガスを前記測定室に流入させる測定室流入通路とを備えたガス流入通路と、前記流出孔に連通し、前記測定室から前記被測定ガスを導出する測定室流出通路と、該測定室流出通路及び前記配管の各々に連通し、該測定室流出通路を流れる前記被測定ガスを前記配管に送出する主流出通路とを備えたガス流出通路と、

前記主流入通路と前記測定室流入通路との接続部、及び前記測定室流出通路と前記主流出通路との接続部の各々に連通し、前記主流入通路に導入された前記被測定ガスの一部を分流させて前記主流出通路に送出するバイパス通路と、

を備え、

前記測定室流出通路は、その流路断面が、前記測定室流入通路の流路断面よりも小さくなるように形成され、前記主流出通路は、その流路断面が、前記測定室流出通路の流路断面よりも大きくなるように形成されたことを特徴とするガス濃度センサ。

【請求項4】 前記主流出通路は、その流路断面が、前記主流入通路の流路断面と等しくなるように形成されたことを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載のガス濃度センサ。

【請求項5】 前記測定室流入通路は、その流路断面が、前記主流入通路の流路断面と等しくなるように形成されたことを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載のガス濃度センサ。

【請求項6】 前記バイパス通路を流れる前記被測定ガスが前記主流出通路に送出される際の該被測定ガスの流动方向の変化が小さくなるように、該バイパス通路と該主流出通路とのなす角が90度よりも小さく形成されたことを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載のガス濃度センサ。

【請求項7】 配管を流れる被測定ガスを流入出せる流入孔及び流出孔を有する測定室を備え、該測定室に前記被測定ガスを流入させた状態で、該測定室内における超音波の伝搬時間を計測することにより、前記被測定ガス中の特定ガスのガス濃度を検出するガス濃度センサにおいて、

前記配管に接続され、前記被測定ガスを導入する主流入通路と、該主流入通路及び前記流入孔の各々に連通し、該主流入通路を流れる前記被測定ガスを前記測定室に流入させる測定室流入通路とを備えたガス流入通路と、前記流出孔に連通し、前記測定室から前記被測定ガスを

導出する測定室流出通路と、該測定室流出通路及び前記配管の各々に連通し、該測定室流出通路を流れる前記被測定ガスを前記配管に送出する主流出通路とを備えたガス流出通路と、

前記主流入通路と前記測定室流入通路との接続部、及び前記測定室流出通路と前記主流出通路との接続部の各々に連通し、前記主流入通路に導入された前記被測定ガスの一部を分流させて前記主流出通路に送出するバイパス通路と、

を備え、

前記バイパス通路を流れる前記被測定ガスが前記主流出通路に送出される際の該被測定ガスの流動方向の変化が小さくなるように、該バイパス通路と該主流出通路とのなす角が90度よりも小さく形成されたことを特徴とするガス濃度センサ。

【請求項8】 前記バイパス通路と前記主流出通路とが、互いに平行になるように形成されたことを特徴とする請求項6又は請求項7に記載のガス濃度センサ。

【請求項9】 前記バイパス通路と前記主流出通路とが、同軸状に互いに同径で形成されたことを特徴とする請求項8記載のガス濃度センサ。

【請求項10】 前記測定室流出通路が、前記測定室に対して斜めに形成されると共に、前記主流出通路と略平行になるように形成されたことを特徴とする請求項6又は請求項7に記載のガス濃度センサ。

【請求項11】 前記測定室内で互いに対向する2カ所の壁面にそれぞれ設けられ、超音波を送受信可能な一対の超音波素子と、

前記一対の超音波素子の一方により超音波を送信すると共に、他方により該超音波を受信させ、前記超音波の送信から受信までの伝播時間を計測し、該伝播時間に基づいて前記被測定ガス中の特定ガスのガス濃度を検出するガス濃度検出手段と、  
を備えたことを特徴とする請求項1～10のいずれかに記載のガス濃度センサ。

【請求項12】 前記測定室内で互いに対向する2カ所の壁面の内的一方に設けられ、他方の壁面に向けて超音波を送信すると共に、該壁面を反射面として反射してくる超音波の反射波を受信可能な超音波素子と、  
該超音波素子に対して、超音波を送信すると共に前記反射波を受信させ、前記超音波の送信時から前記反射波の受信までの伝播時間を計測し、該伝播時間に基づいて、前記被測定ガス中の特定ガスのガス濃度を検出するガス濃度検出手段

と、を備えたことを特徴とする請求項1～10のいずれかに記載のガス濃度センサ。

【請求項13】 内燃機関用エンジンのバージラインを構成する配管に設置されることを特徴とする請求項1～12いずれかに記載のガス濃度センサ。

【発明の詳細な説明】

### 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、配管に接続され、該配管内を流れるガス中の特定ガスの濃度を、超音波を媒体として検出するガス濃度センサに関する。

### 【0002】

【従来の技術】 従来より、高揮発性の燃料（例えばガソリン等）を利用するエンジンへの燃料の供給経路としては、その燃料タンクからフューエルポンプにより汲み上げた燃料を、燃料配管を介してインジェクタへ送る供給経路の他に、燃料タンク内にて発生する蒸発燃料をキャニスターで一時的に吸着し、このキャニスターに溜まった燃料をバージして、バージガスとして吸気管へ送る供給経路がある。そして、このようなエンジンでは、インジェクタからの噴射燃料にバージガス等の蒸発燃料を混合した混合燃料をシリンダ内で燃焼させている。このように、燃料タンクで発生した蒸発燃料を燃焼させることにより、その大気への蒸散が防止されると共に、燃料タンクの燃料が無駄なく消費され、その燃費の向上が図られている。

【0003】 ところで、エンジンの燃焼制御においては、空燃比が理論空燃比からズれてしまうと、触媒のCO、HC、NO<sub>x</sub>の浄化能力が激減することがある。そして、このことは排出ガス中のCO、HC、NO<sub>x</sub>等の増加につながり、環境を悪化させるという問題が生じる。このため、当該燃焼制御においては、上記混合燃料と吸入空気との比（空燃比）を理論空燃比に近づけるよう制御を行う必要がある。特にエンジンの始動時のような触媒の不活性時等において、燃焼用主燃料としてバージガスを使用する場合には、当該バージガスの濃度を高精度で測定してその供給量を最適に制御することが極めて重要となる。

【0004】 このため、上記のようなエンジンのバージラインには、通常、バージガスの濃度を高精度で測定する図19に示すようなガス濃度センサ125が接続されている。このガス濃度センサ125はガス濃度測定用の測定室134を備え、この測定室134に接続された流入通路137及び流出通路138を介して、配管（バージライン）を流れるバージガスを流入出させる。そして、測定室134にバージガスを流入させた状態で、この測定室134内の対向する内壁の一方に設けられた超音波素子135と他方の内壁に設けられた超音波素子135'との間で、超音波の送受信を行う。そして、このときの超音波の伝搬時間を計測することにより、バージガス中の特定ガスのガス濃度を検出するように構成されている。また、このような構成のガス濃度センサ125においては、上記測定室134に流入するバージガスの流量が過度に増大すると、超音波の伝搬が困難となり測定精度を維持できなくなることがある。このため、当該ガス濃度センサ125には、上記測定室134とは別に、流入通路137と流出通路138とを連結するバイ

バス通路139が設けられ、流入通路137に導入されたバージガスの一部をバイパス通路139を介して流出通路138に送出することにより、測定室134に導入されるバージガスの流量を一定に保持している。

#### 【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記ガス濃度センサ125においては、配管への接続の便宜上、図19に示すように、流入通路137と流出通路138とが共に一定の流路断面（例えば配管径にほぼ等しい径を有する断面）に形成されている。このため、流入通路137から測定室134に導入されたバージガスは、流出通路138にスムーズに送出されることになる。しかし、その反面、バイパス通路139は流入通路137に対してほぼ直角方向に延設されているため、流入通路137に導入されたバージガスの一部がバイパス通路139に分流するとはいえ、その流量はこの測定室134への流量分により抑えられることになる。このため、バージガスの流量が過度に増大した場合には、測定室134内の流量もこれに伴って増大し、ガス濃度センサ125の精度が悪化する。すなわち、従来のガス濃度センサ125では、測定室134に流入するガスの流量が小さいときには、図20(a)に示すように、一定の送信波に対して一定の振幅をもった受信波が安定して得られるため、予め設定した振幅の閾値でこの受信波を検出することにより、送信から受信までの伝搬時間tが計測できる。しかし、測定室134に流入するガスの流量が大きいときには、図20(b)に示すように、一定の送信波に対して受信波の振幅が変動するため、予め設定した閾値での受信波を検出することができない場合が生じ、送信から受信までの伝搬時間tが計測できない事態が生じる。つまり、上記従来の構成では、ガス濃度センサ125の精度がバージガスの流量に依存しやすい（以下、これを「流量依存性」とも表現する）という問題がある。

【0006】また、バイパス通路139は、流入通路137のみならず流出通路138に対してもほぼ直角に接続されるため、バイパス通路139に分流したバージガスは、この2ヶ所における方向転換により圧力損失を受けることになり、このことがバイパス通路139へのガスの流れ込みを困難にする原因ともなっている。従って、バイパス通路139への分流を増加させることにより上記流量依存性を減少させるためには、このような圧力損失を低減させる必要がある。

【0007】このような問題は、バージラインに設けられるガス濃度センサに限らず、配管を流れる特定のガス濃度を検出するガス濃度センサについては同様に生ずるものといえる。本発明はこのような問題に鑑みてなされたものであり、センサ内での圧力損失を低減すると共に、それによる測定精度の流量依存性を低減することにより、配管を流れる特定のガス成分を高精度に測定することができるガス濃度センサを提供することを目的とす

る。

#### 【0008】

【課題を解決するための手段及び効果】上記課題に鑑み、請求項1に記載のガス濃度センサは、配管を流れる被測定ガスを流入出させる流入孔及び流出孔を有する測定室を備え、この測定室に被測定ガスを流入させた状態で、測定室内における超音波の伝搬時間を計測することにより、被測定ガス中の特定ガスのガス濃度を検出するタイプのガス濃度センサとして構成される。

【0009】当該ガス濃度センサは、配管を流れるガスを測定室内へ導入するためのガス流入通路と、このガスを測定室から配管へ送出するためのガス流出通路とを備える。そして、ガス流入通路は、被測定ガスを導入する主流入通路と、この主流入通路及び測定室の流入孔の各々に連通して、主流入通路を流れる被測定ガスを測定室に流入させる測定室流入通路とから構成される。一方、ガス流出通路は、測定室の流出孔に連通し、この測定室から被測定ガスを導出する測定室流出通路と、この測定室流出通路及び配管の各々に連通して、測定室流出通路を流れる被測定ガスを配管に送出する主流出通路とから構成される。そしてさらに、これら主流入通路と測定室流入通路との接続部、及び測定室流出通路と主流出通路との接続部の各々に連通するバイパス通路が設けられている。このバイパス通路は、主流入通路に導入された被測定ガスの一部を分流させて主流出通路に送出する。そして、このような構成において、測定室流出通路は、その流路断面が測定室流入通路の流路断面よりも小さくなるように形成されている。

【0010】このため、測定室に導入されたガスは、流路断面の小さい測定室流出通路に導出されることになるため、この測定室流出通路にてある程度の流動抵抗を受けることになる。この結果、測定室から測定室流出通路に導出されるガスの流量は小さくなるため、測定室を流れるガスの流量、ひいては測定室流入通路を流れるガスの流量が一定に制限されることになり、配管から主流入通路に導入されたガスの内、バイパス通路に分流して主流出通路に送出される流量が相対的に大きくなる。その結果、配管を流れるガスの流量が過度に増大したとしても測定室へ導入される流量はほぼ一定に保持され、高精度なガス濃度の検出を確保することができる。つまり、上記構成をとることにより、ガス濃度センサの流量依存性を減少させることができる。

【0011】また、反面、ガス流出通路の流路断面が小さいと、バイパス通路を流れるガスが主流出通路に送出される際の流動抵抗となり、バイパス通路へ分流するガスの流量までもが小さくなってしまうため、結果的に配管内を流れるガスの流動を当該ガス濃度センサの位置で阻害することになる。

【0012】そこで、請求項2記載のガス濃度センサでは、主流出通路の流路断面を、測定室流出通路の流路断

面よりも大きくなるように形成している。このため、配管から主流入通路に導入されたガスは、少なくともバイパス通路、主流出通路を介して配管に円滑に流出することができ、配管内のガスの流動効率を一定レベルに維持することができる。

【0013】以上の観点から、請求項3に記載のように、測定室流出通路の流路断面が、測定室流入通路の流路断面よりも小さくなるように形成され、かつ、主流出通路の流路断面が、測定室流出通路の流路断面よりも大きくなるように形成された構成がより好ましいといえる。

【0014】また通常、ガス濃度センサは一定の管径を有する配管の途中に接続される。このため、上記主流入通路及び主流出通路は、その管径が共に配管径とほぼ等しいか又は少し大きい程度が好ましいと考えられる。そこで、請求項4に記載のガス濃度センサの主流出通路は、その流路断面が、主流入通路の流路断面と等しくなるように形成されている。

【0015】このような構成は、通常、ガス濃度センサは一定の径を有する配管の途中に接続されることからも、主流入通路及び主流出通路と配管との接続の便宜上好ましいといえる。また、主流入通路及び主流出通路を加工する際に、単一の型又は単一の工具を用いてこれらを形成することができ、製造工程が簡素化されるため都合がよい。

【0016】さらに、このような加工上の観点からは、請求項5に記載のように、測定室流入通路の流路断面が、主流入通路の流路断面と等しくなるように形成されることが好ましい。このように構成することで、主流入通路及び測定室流入通路を型加工により形成する場合には、単一の径を有する型を使用してこれを引き抜くことになるが、その引き抜き工程が一工程で行われるため加工効率がよい。また、主流入通路及び測定室流入通路を穿設する場合にも、一定の径を有する単一の穿設工具を用いて一工程でこれを穿設することができるため、加工効率がよい。

【0017】また、バイパス通路を流れるガスを、主流出通路を介して効率よく配管側に送出するためには、バイパス通路と主流出通路との間の圧力損失を低減することが重要である。そこで、請求項7に記載のように、バイパス通路を流れる被測定ガスが主流出通路に送出される際のその流動方向の変化が小さくなるように、バイパス通路と主流出通路とのなす角が90度よりも小さく形成するとよい。

【0018】このように構成することで、後述する実験例からも分かるように、バイパス通路と主流出通路との間の圧力損失を低減することができる。この結果、測定室には一定の被測定ガスを流入させる一方で、バイパス通路を流れるガスを効率よく流すことができ、配管からガス濃度センサに導入されたガスを、効率よく配管に戻

すことができる。また、このような構成に上述した請求項5までの構成を組み合わせた請求項6の構成をとることにより、さらに、ガス濃度センサの検出精度を高精度に保つことができる。

【0019】尚、このように、バイパス通路と主流出通路とのなす角を90度よりも小さくなるように構成することで上述のような効果が得られるのだが、後述する実験結果からも、請求項8に記載のように、バイパス通路と主流出通路とが、互いに平行になるように形成されるのが最も好ましいことが分かっている。従って、配管との接続の関係上許容される場合には、このような構成がより有効である。

【0020】また、この場合、バイパス通路と主流出通路とが平行になるということは、換言すれば、測定室流出通路と主流出通路とがほぼ直角になるということであるため、これら測定室流出通路と主流出通路との間の圧力損失が大きくなると考えることもできる。従って、このような構成をとることで測定室内における被測定ガスの円滑な流動を妨げることになると考えることもできる。

【0021】しかし、上述のように測定室流出通路の流路断面を小さくして、主流出通路の流路断面を測定室流出通路の断面よりも相対的に大きくすることにより、このような圧力損失を低減又は回避することができるため、このような構成をとることは有効であると考えられる。

【0022】さらに、請求項9に記載のように、バイパス通路と主流出通路とが、同軸状に互いに同径で形成されるとさらに好ましい。このように構成すれば、バイパス通路と主流出通路との間に圧力損失がほとんど生じないからである。またこの場合、バイパス通路と主流出通路とは、型抜き加工或いは穿設加工により一工程で一体的に形成することができるため、加工効率の点からも好ましい。

【0023】また、上述のように、測定室流出通路と主流出通路との間の圧力損失を低減する観点からは、請求項10に記載のように、測定室流出通路が、測定室に対して斜めに形成されると共に、主流出通路に対して略平行になるように形成することも有効である。

【0024】このように構成すれば、上述と同様の理由から圧力損失は低減されるからである。またこの場合に、測定室流出通路と主流出通路とを斜めに互いに同軸状に形成すると加工上都合がよい。すなわち、これらを型抜き加工により形成する場合には、段差形状を有する同軸状の型を用意し、これを主流出通路側に引き抜くことにより、これら測定室流出通路及び主流出通路を一工程にて形成することができるからである。また、これらを穿設する場合には、径の小さい測定室流出通路形成用の穿設工具により測定室流出通路を穿設した後に、このとき形成された穿設孔をガイドとして、さらに大きい主

流出通路形成用の穿設工具を用いて主流出通路を穿設することができるからである。

【0025】また、本発明のガス濃度センサは、冒頭にも述べたように、測定室内における超音波の伝搬時間を計測することにより、特定のガス濃度を検出するタイプのものであるが、その具体的構成としては種々考えられるが、例えば以下に述べる2種類のものが挙げられる。

【0026】すなわち、その一つは一方向に超音波を飛ばすタイプ、すなわち、請求項11に記載のように、測定室内で互いに対向する2カ所の壁面にそれぞれ設けられた、超音波を送受信可能な一対の超音波素子と、これら一対の超音波素子の一方により超音波を送信させると共に、他方により該超音波を受信させ、超音波の送信から受信までの伝播時間を計測し、この伝播時間に基づいて被測定ガス中の特定ガスのガス濃度を検出するガス濃度検出手段と、を備えたものである。

【0027】そして、もう一つは反射型のタイプ、すなわち、請求項12に記載のように、測定室内で互いに対向する2カ所の壁面の内の方に設けられ、他方の壁面に向けて超音波を送信すると共に、この壁面を反射面として反射してくる超音波の反射波を受信可能な超音波素子と、この超音波素子に対して、超音波を送信すると共にその反射波を受信させ、超音波の送信時から反射波の受信までの伝播時間を計測し、この伝播時間に基づいて、被測定ガス中の特定ガスのガス濃度を検出するガス濃度検出手段と、を備えたものである。

【0028】これらいずれのタイプのものを用いるかは、設計上の都合、製造コスト等種々の事情を考慮して決めればよい。また、当該ガス濃度センサは、配管内を流れる特定のガス濃度を検出するものであれば、種々の対象物のセンサとして適用可能であるが、例えば、その一例として、請求項13に記載のように、内燃機関用エンジンのバージラインを構成する配管に設置されるものとして構成することができる。

【0029】このように構成されたガス濃度センサによれば、バージガスを用いた空燃比制御において、バージガスの濃度を高精度で測定することにより、その供給量を最適に制御することが可能となる。また、ガス濃度センサに導入されたバージガスの流量に変動があったとしても、これを円滑に配管に戻すことができ、バージ効率を一定レベルに保持することができる。

【0030】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施例を図面に基づいて説明する。

【第1実施例】本実施例は、本発明のガス濃度センサを、内燃機関の配管に設置するガス濃度センサとして構成したものであり、図1は当該ガス濃度センサを含むシステム構成図である。

【0031】図1に示すように、本実施例のエンジン1の吸気管2には、その上流側より、吸入空気量を調節す

るスロットルバルブ3、バージガスのガス濃度を検出するガス濃度センサ24、及び燃料を噴射するインジェクタ6が配置されている。一方、エンジン1の排気管7には、上流側より、排ガス中の酸素濃度を検出する酸素センサ(全領域空燃比センサ)8、及び排ガスを浄化する3元触媒9が配置されている。

【0032】そして、エンジン1に燃料を供給する経路として、ガソリンタンク11から液体燃料(ガソリン)を供給する第1の供給経路と、ガソリンタンク11にて揮発した蒸発燃料(ガス)を供給する第2の供給経路とが備えられている。この第1の供給経路は、ガソリンタンク11から第1供給路12、燃料ポンプ15を介してインジェクタ6に到る経路であり、燃料ポンプ15によりガソリンタンク11から汲み上げられた液体燃料は、第1供給路12を通ってインジェクタ6に供給され、インジェクタ6から吸気管2内に噴射供給される。

【0033】一方、第2の供給経路は、ガソリンタンク11から第2供給路13を介してキャニスター14に接続され、さらにキャニスター14から第3供給路16、バージバルブ17を介して、吸気管2のスロットルバルブ3とガス濃度センサ24との間に接続される経路である。この第2供給路13、キャニスター14、及び第3供給路16の各々の配管には、蒸発燃料のガス濃度を検出するガス濃度センサ21、22、23がそれぞれ接続されている。ただし、これらガス濃度センサ21～23は、いずれか1つを接続しても良い。尚、蒸発燃料のうち、キャニスター14からバージされたものをバージガスと称する。

【0034】そして、ガソリンタンク11から蒸発した燃料は、一旦キャニスター14にて吸着され、その後このキャニスター14に適宜外気が導入されて、そのバージが行われる。このとき発生した蒸発燃料(バージガス)は、バージバルブ17にてその流量が調節され、吸気管2に供給される。

【0035】また、このシステムには、バージガスの供給量の制御や空燃比制御等を、電子制御装置(ECU)26により行なっている。このECU26には、ガス濃度センサ21～24(以下、「ガス濃度センサ25」と総称する)、酸素センサ8、エアフローメータ10等の各種センサからの信号が入力されるとともに、バージバルブ17、スロットルバルブ3、インジェクタ6等の各種アクチュエータに対して制御信号を出力する。尚、ECU26は、ガス濃度センサ25に対しても、そのオン・オフ等の制御信号を出力する。

【0036】次に、ガス濃度センサ25の構造及びその基本原理について説明する。ガス濃度センサ25は、圧電素子を利用して超音波を発生する超音波式のガス濃度センサであり、この圧電素子には、超音波の送受信が可能な超音波素子(素子ASSY)が用いられる。

【0037】具体的には、ガス濃度センサ25は、図2

に示すような構造を有している。すなわち、ガス濃度センサ25の本体であるセンサケース31は、金属あるいは樹脂による一体構造となっている。センサケース31には、駆動・演算用回路32が設置される回路基板封入部33と、長尺状に形成され、その長手方向に沿った側壁にバージガスを含む吸入空気を流入出させる流入孔34a及び流出孔34bを備えた測定室34と、配管及び流入孔34aに連通し、配管内を流れる吸入空気を測定室34内へ導入するためのガス流入通路37と、流出孔34b及び配管に連通し、測定室34内の吸入空気を配管へ送出するためのガス流出通路38とが形成されている。

【0038】ガス流入通路37は、配管に接続され吸入空気を導入する主流入通路37aと、この主流入通路37a及び流入孔34aの各々に連通して、主流入通路37aを流れる吸入空気を測定室34に流入させる測定室流入通路37bとから構成される。一方、ガス流出通路38は、流出孔34bに連通して測定室34から吸入空気を導出する測定室流出通路38aと、この測定室流出通路38a及び配管の各々に接続され、測定室流出通路38aを流れる吸入空気を配管に送出する主流出通路38bとから構成される。そして、これら主流入通路37aと測定室流入通路37bとの接続部、及び測定室流出通路38aと主流出通路38bとの接続部の各々に連通して、バイパス通路39が設けられている。このバイパス通路39は、主流入通路37aに導入された吸入空気の一部を分流させて主流出通路38bに送出することにより、測定室34内に流入する吸入空気の流量が過剰にならないように調整するものである。

【0039】尚、本実施例のガス濃度センサ25においては、その流量依存性（後述する）を減少させるべく、測定室流出通路38aの流路断面が、測定室流入通路37bの流路断面よりも小さくなるように形成されている。また、測定室34内の長手方向に沿って互いに対向する2箇所の壁面のそれぞれには、上述した超音波素子35, 35'が所定の距離Lだけ離れて設けられている。そして、ガス濃度センサ25を実際に配置した状態では、測定室34の長手方向は略水平となり、流入孔34a及び流出孔34bは、測定室34内で下方となる状態となっている。

【0040】超音波素子35, 35'は、図3に示すように、圧電素子61と、圧電素子61の測定室34側の端面に接着された整合層62と、圧電素子61からのセンサ出力を取り出すよう圧電素子61より引き出された出力取り出しリード65と、圧電素子61、整合層62及び出力取り出しリード65の圧電素子61側の端部をモールド材64にて内部で固定する素子ケース63とから成る。なお、整合層62の測定室34側の端面は、素子ケース63の測定室34側の端面とほぼ一致するよう配置されている。また、整合層62及び素子ケース63

の測定室34側の端面には、耐油性及び耐熱性に優れた樹脂薄膜が接着されている。

【0041】次に、本発明のガス濃度検出手段に相当するガス濃度センサ25の駆動・演算用回路32の構成を説明する。図4のブロック図に示すように、ガス濃度センサ25の駆動及び演算には、マイクロプロセッサ51を用いる。

【0042】まず、超音波の送信時には、ドライバ52を用いて超音波素子35（送信器35a側）へ電圧を印加することにより超音波の送信を行なう。また、超音波の受信時には、超音波素子35（受信器35b側）にて得られた受信波形に対し、アンプ（増幅器）53にて所定の増幅が施され、さらにコンパレータ54を通して整形された波形の信号が、マイクロプロセッサ51内部に導入される。そして、マイクロプロセッサ51では、タイマー55を用いて超音波の送信から受信までの伝播時間を測定する。一方、感温素子42にて検出された測定室34内における吸入空気の温度情報は、温度検出回路56を介してマイクロプロセッサ51内部に導入される。そして、マイクロプロセッサ51では、上記伝播時間及び吸入空気温度に基づき所定のマップを参照して演算処理を行ない、被測定ガスのガス濃度に変換した上、D/Aコンバータ57を介してガス濃度の検出値出力を行なう。

【0043】次に、ガス濃度センサ25の測定原理について説明する。図5に示すように、ガス濃度センサ25を用いて濃度測定を行なう場合には、送信器35aから超音波を送信し、その超音波を受信器35bにより受信する。このとき、送信波形と受信波形との間には、例えば吸入空気中のバージガスのガス濃度に応じて伝播時間のズレがある。例えば図5(a)に示すように、バージガスのガス濃度が低い場合には、送信波形と受信波形とのズレである伝播時間T1は小さく、一方、図5(b)に示すように、バージガスのガス濃度が高い場合には、伝播時間T2は大きい。従って、この伝播時間に対応したセンサ出力を取り出すことにより、ガス濃度を検出することができる。

【0044】例えば蒸発燃料の主成分であるブタンを用いて測定した場合には、センサ出力とブタンのガス濃度との間には、図6に示すように、ほぼ比例関係がある。従って、センサ出力が得られれば、そのセンサ出力からバージガスの濃度を検出することができる。

【0045】そして、上述したように、対向する超音波素子35（送信器35aと受信器35b）の外表面間の距離Lは既知であることから、その距離Lを伝搬する時間である伝播時間Tを測定し、これら距離L及び伝播時間Tを下記式(1)に当てはめて、音速Cを算出する。

【0046】

$$C = L / T \quad (1)$$
  
そして、例えば蒸発燃料の主成分であるブタンのガス濃

度  $X_k$  を用いて蒸発燃料のガス濃度を測定する場合は、下記式(2)の関係を用いて、前記式(1)で得られた音速  $C$  より蒸発燃料のガス濃度（つまり、ブタンのガス濃度  $X_k$ ）に変換する。

【0047】

【数1】

$$C = \sqrt{\frac{RT_g \cdot \sum C_{pn} X_n}{\sum C_{vn} X_n \cdot \sum M_n X_n}} \quad \dots (2)$$

【0048】尚、式(2)中で、 $R$  は気体定数、 $T_g$  は蒸発燃料を含んだ吸入空気の温度、 $C_{pn}$  は吸入空気中に含まれる第  $n$  成分のガスの定圧比熱、 $C_{vn}$  は第  $n$  成分のガスの定積比熱、 $M_n$  は第  $n$  成分のガスの分子量、 $X_n$  は第  $n$  成分のガスの混合比（換言すれば、第  $n$  成分のガスのガス濃度）を表している。

【0049】そして、上記式(2)の関係から、例えば、超音波が伝播する吸入空気中に含まれるブタン以外のガス成分の種類及びその混合比を仮定すれば、伝播時間  $T$  及び吸入空気温度  $T_g$  に基づいて、ブタンのガス濃度  $X_k$  を測定することができる。

【0050】次に、以上のように構成された本実施例のガス濃度センサ25の性能について説明する。図8に、図2に示したガス濃度センサ25の性能を、図19に示した従来型のガス濃度センサ（以下、「従来センサ」ともいう）125との比較で評価した実験例を示す。図8(a)は、100回の測定を行ったときのミスセンシングの回数  $n$  [回] を、配管を流れるガスの流量  $Q$  [ $1/\text{min}$ ] の変化をパラメータとして示したものであり、図8(b)は、配管を流れるガスの流量  $Q$  [ $1/\text{min}$ ] の変化に伴う、ガス濃度センサ内の圧力損失  $P_b$  [ $\text{kPa}$ ] の大きさを示したものである。図中、実線が本実施例のガス濃度センサ25の性能を、破線が従来センサ125の性能をそれぞれ示す。

【0051】尚、本実験に使用したガス濃度センサの各通路の形状（寸法）は下記の通りである。すなわち、本実施例のガス濃度センサ25は、管径が約3.5mmの配管に接続され、その各通路の流路断面はそれぞれ円形に形成されており、測定室34の直径（ $\phi$ ）が12mm、主流入通路37a及び測定室流入通路37bの直径（ $\phi$ ）が共に4.8mm、測定室流出通路38a及び主流出通路38bの直径（ $\phi$ ）が共に2mm、さらにバイパス通路39の直径が10mmに形成されている。また、測定室流入通路37bと測定室流出通路38aとの軸線間距離が25mm、対向する超音波素子35、35'間の距離が45mm、主流入通路37a及び主流出通路38bの長さが16mm、測定室34とバイパス通路39との軸線間距離が21mmに形成されている。

【0052】これに対し、比較例としての従来センサ125の各通路の形状は、測定室流出通路138a及び主

流出通路138bの直径（ $\phi$ ）が共に4.8mmに形成されている点を除いては、ガス濃度センサ25と同一形状である。つまり、従来センサ125では、測定室流入通路137bと測定室流出通路138aと同じ大きさの流路断面を有するのに対し、ガス濃度センサ25では、測定室流出通路38aの流路断面が、測定室流入通路37bの流路断面よりも小さくなるように形成されている点で異なる。

【0053】図8(a)からも分かるように、従来センサ125の場合、流量  $Q$  が  $10$  [ $1/\text{min}$ ] 程度までは安定したセンシングが行われているが、 $20$  [ $1/\text{min}$ ] を超える付近からミスセンシングが急激増加し、さらに  $40$  [ $1/\text{min}$ ] を過ぎるとミスセンシングの数は90回以上（90%以上）にも達し、もはやガス濃度の測定が不可能な状態に到っている。

【0054】これに対し、ガス濃度センサ25の場合は、流量  $Q$  が  $50$  [ $1/\text{min}$ ] まで増加してもミスセンシングの回数はゼロであり、安定した測定精度を維持していることが分かる。すなわち、従来センサ125では、測定室流入通路137bと測定室流出通路38aとの流路断面が互いに等しいため、測定室流入通路137bから測定室134に導入されたガスは、ほとんど流動抵抗を受けることなく測定室流出通路138aに導出される。このため、測定室134内のガスが循環しやすく、配管から主入流出通路137aに導入された吸入空気は、方向転換してバイパス通路139に分流するよりも、直接測定室134に流入しやすくなる。この結果、配管から導入される流量が増加するにつれて、測定室134内に流入する吸入空気（被測定ガス）の流量も増大する。その結果、この測定室134内に導入された吸入空気の流量が所定値を超えると、測定用の超音波の検出が困難となり、ガス濃度の正確な測定が行われなくなるものと考えられる。つまり、従来センサ125は、配管を流れるガスの流量により測定精度が変化するため、その流量依存性が大きい。

【0055】これに対し、ガス濃度センサ25では、測定室34に導入されたガスは、流路断面の小さい測定室流出通路38aに導出されることになるため、この測定室流出通路38aにて流動抵抗を受けることになる。この結果、測定室34から測定室流出通路38aに導出されるガスの流量が小さくなるため、測定室34を流れるガスの流量、ひいては測定室流入通路37bを流れるガスの流量が一定に制限されることになり、配管から主流入通路37aに導入されたガスの内、バイパス通路39に分流して主流出通路38bに送出される流量が相対的に大きくなる。その結果、配管を流れるガスの流量が過度に増大したとしても測定室34へ導入される流量はほぼ一定に保持され、高精度なガス濃度の検出を確保することができる。つまり、ガス濃度センサ25では、上記のように、測定室流出通路38aの流路断面を測定室流

入通路37bの流路断面よりも小さく形成することにより、ガス濃度センサ25の流量依存性を減少させているのである。

【0056】また、図8(b)によれば、従来のガス濃度センサ125内の圧力損失が、流量Qの増加と共にだらかに増加しているのに対し、ガス濃度センサ25内の圧力損失は、流量Qの増加と共に比較的大きく増加している。これは、ガス濃度センサ25において、測定室34又はバイパス通路39に導入されたガスは、流路断面の小さい測定室流出通路38a及び主流出通路38bに導出されるため、これら測定室流出通路38a及び主流出通路38bの流動抵抗によりガス濃度センサ25の圧力損失が大きくなつたものと考えられる。

【0057】このため、ガス濃度センサ25を採用することにより、ガス濃度センサ25自体が配管内の流動抵抗になるとも考えられる。しかし、本実施例のガス濃度センサ25は、配管内を流れるガスの流動抵抗の低減よりも、むしろガス濃度センサの精度の維持に重点をおいているため、流量依存性の高い従来センサ125に比して、これを採用する意義は大きいと考えられる。特に本実施例のように、ガス濃度センサ25がバージラインに設置され、空燃比制御の際の蒸発燃料の濃度を正確に測定する必要がある場合にはその意義が大きい。ただし、この流動抵抗の低減についても、配管内のガスを円滑に流動させる点では重要であるため、後述する第2実施例以降において、これを実現する構成について説明する。

【第2実施例】次に、第2実施例について説明する。本実施例のガス濃度センサは、図7に示すように、主流出通路の流路断面が測定室流出通路のそれよりも大きくなるように形成された点で、第1実施例のガス濃度センサ25と異なり、その他の構成については第1実施例のガス濃度センサ25と同様である。従って、第1実施例と同様の構成要素については同じ符号をもって表し、その説明を省略する。

【0058】ガス濃度センサ225においては、主流出通路238bの流路断面の直径(Φ)が4.8mmになるように形成され、測定室流出通路38aの流路断面(直径Φが2mm)よりも大きくなっている。このように構成された本実施例のガス濃度センサ225の性能が、図8のグラフに1点鎖線で示されている。

【0059】図8(a)から分かるように、ガス濃度センサ225を使用した場合のミスセンシングの回数は100回中ゼロであり、第1実施例のガス濃度センサ25と同様に安定していることが分かる。これは、測定室流出通路38aの流路断面の大きさが上記と変わらないため、これが流動抵抗となり、ガス濃度センサ25と同様の効果を奏するためであると考えられる。

【0060】また、図8(b)からは、ガス濃度センサ225を使用した場合に、そのガス濃度センサ225内の圧力損失が、従来センサ125と同程度まで減少して

いることが分かる。すなわち、ガス濃度センサ225においては、主流出通路238bが従来センサ125のそれと同程度に大きく形成されているため、当該主流出通路238b内はその流動抵抗が小さくなっている。このため、配管から主流入通路37aに導入されたガスは、積極的にバイパス通路39側に流入し、主流出通路38bを介して再び配管に送出される。この結果、ガス濃度センサ225内の吸入空気の循環は円滑に行われ、全体としてその圧力損失が減少するものと考えられる。その一方、測定室34には、常にほぼ一定の流量で吸入空気が導入されるため、精度のよい安定したガス濃度の測定が行われるものと考えられる。

【0061】このように、本実施例のガス濃度センサ225は、その圧力損失が小さいため、ガス濃度センサ225自体が配管内の流動抵抗になることもなく、配管から導入されたガスを、バイパス通路39及び主流出通路238bを介して効率よく配管側に送出することができる。このため、蒸発燃料のバージも迅速に完了し、その後の空燃比制御が安定して行われる。

【第3実施例】次に、第3実施例について説明する。本実施例のガス濃度センサは、図9に示すように、主流出通路とバイパス通路とのなす角度が第1実施例のガス濃度センサ25とは異なり、その他の構成については第1実施例のガス濃度センサ25と同様である。従って、第1実施例と同様の構成要素については同じ符号をもって表し、その説明を省略する。

【0062】図9(a)に示すように、ガス濃度センサ325は、主流出通路338bがバイパス通路339の軸線方向に対して90度よりも小さい角度θで連設されており、バイパス通路339を流れる吸入空気が主流出通路38bに送出される際の、その流動方向の変化が小さくなるように構成されている。そして、図9(b)には、その最も好適な例(角度θが0度)が示されている。

【0063】図10に、図9(b)に示したガス濃度センサ325の性能を、その圧力損失について、第1実施例のガス濃度センサ25との比較で評価した実験例を示す。図中、実線が本実施例のガス濃度センサ325の性能を、破線が第1実施例に係るガス濃度センサ25の性能をそれぞれ示す。

【0064】図10から分かるように、ガス濃度センサ325内の圧力損失は、ガス濃度センサ25におけるそれより小さくなつておらず、配管内を流れるガスの流量が増加するほど、その差が顕著になつてゐる。具体的には、配管内を流れるガスの流量Qが20 [1/m<sup>3</sup>] のときには、ガス濃度センサ325内の圧力損失は、ガス濃度センサ25におけるそれの80%程度になつてゐる。

【0065】このように構成することで、バイパス通路39と主流出通路338bとの間の圧力損失の低減、ひ

いてはガス濃度センサ325全体の圧力損失の低減を図ることができる。

【第4実施例】次に、第4実施例について説明する。本実施例のガス濃度センサは、図11に示すように、上記第2実施例と第3実施例とを組み合わせた態様のものであり、その他の構成については第1実施例のガス濃度センサ25と同様である。従って、第1実施例と同様の構成要素については同じ符号をもって表し、その説明を省略する。

【0066】図11に示すように、本実施例のガス濃度センサ425は、図9(b)にて示したガス濃度センサ325の主流出通路338bの管径を大きくし、バイパス通路439の管径に等しく形成したものに相当する。つまり、この場合、バイパス通路439と主流出通路438bとは一体的に形成されている。

【0067】このように構成された本実施例のガス濃度センサ425の性能が、図12のグラフに上記第3実施例(図9(b)の態様)との比較で示されている。図中、実線が本実施例のガス濃度センサ425の性能を、破線が第3実施例に係るガス濃度センサ325の性能をそれぞれ示す。

【0068】図12(a)から分かるように、ガス濃度センサ425を使用した場合のミスセンシングの回数は100回中ゼロであり、第3実施例のガス濃度センサ25と同様に安定していることが分かる。これは、測定室流出通路38aの流路断面の大きさが測定室流入通路37bのそれより小さく形成されているためであり、上記第1実施例の説明で述べたのと同様の理由による。

【0069】また、図12(b)からは、ガス濃度センサ425の構成にすることにより、ガス濃度センサ425内の圧力損失が、ガス濃度センサ325よりも顕著に小さくなっていることが分かる。これは、主流出通路438bの流路断面の大きさがバイパス通路439に等しく、バイパス通路439と主流出通路438bとの間で圧力損失が発生しないからであると考えられる。

【0070】従って、本実施例により、上記第2実施例と第3実施例とを組み合わせることにより、ガス濃度センサの性能についてより優れた効果が得られることが分かる。以上の各実施例に示したガス濃度センサによれば、例えばバージガスを用いた空燃比制御においても、バージガスの濃度を高精度で測定することができ、その供給量を最適に制御することが可能となる。また、ガス濃度センサに導入されたバージガスの流量に変動があったとしても、これを円滑に配管に戻すことができ、バージ効率を一定レベルに保持することができる。

【0071】以上、本発明の実施例について説明したが、本発明の実施の形態は、上記実施例に何ら限定されることなく、本発明の技術的範囲に属する限り種々の形態をとり得ることはいうまでもない。例えば、上記各実施例のガス濃度センサにおいては、測定室、主流入通

路、測定室流入通路、測定室流出通路、主流出通路、及びバイパス通路の流路断面の形状を上記のように選択したが、これら各通路の具体的寸法は、ガス濃度センサが接続される配管径により適宜選択し得るものである。例えば、上記以外に想定される寸法として、主流入通路、測定室流入通路、及び主流出通路の直径(Φ)として3~15mm、測定室流出通路の直径(Φ)として1~6mm程度が考えられる。また、上記においては、主流入通路、測定室流入通路、及び主流出通路の直径(Φ)を同径にとった例が示されているが、設計の都合によりこれらを互いに異なる径で構成してもよいことはもちろんである。

【0072】また、上記実施例においては、主流入通路37a及び測定室流入通路37bの形状については特に触れず、これらの通路が同軸状にしかも測定室に対して直角に接続される構成を例に示した。しかし、これとは異なり、例えば図13に示すように、主流入通路537a及び測定室流入通路537bが測定室34に対して斜め方向に接続される態様としてもよい。このような態様は、例えば配管の構成(配置)により、主流入通路537aの配管に対する接続位置を変更する場合に適用され得る。すなわち、ガス濃度の計測上、測定室34の流入孔34aの位置を固定する必要があるのに対し、配管の配置の都合上、配管との接続位置を変更する必要がある場合に適用され得る。尚、このような構成は測定室流出通路及び主流出通路についてもいえることである。

【0073】また、吸入空気の循環を円滑に行うために、主流入通路と測定室流入通路との間、又は測定室流出通路と主流出通路との間においては、極力圧力損失の増大を防止するのが好ましい。従って、上記実施例等にも示したが、図14(a)又は同図(c)のように、主流入通路37aと測定室流入通路37b、又は測定室流出通路38aと主流出通路38bとは、極力同軸上に配置されることが好ましい。しかし、配管との接続の都合もあるため、図14(b)又は同図(d)のように、少なくともその接続部において重なり部分があるように配置してもよい。

【0074】また、図15に示すように、測定室流出通路638aが、測定室34に対して斜めに形成されると共に、主流出通路638bに対して平行かつ同軸状に形成することも有効である。このように構成すれば、測定室流出通路638aと主流出通路638bとを型抜き加工により形成する場合には、段差形状を有する同軸状の型を用意し、これを主流出通路638b側に引き抜くことにより、これら測定室流出通路638a及び主流出通路638bを一工程にて形成することができる。また、これらを穿設する場合には、径の小さい穿設工具により測定室流出通路638aを穿設した後に、このとき形成された穿設孔をガイドとして、さらに大きい穿設工具を用いて主流出通路638bを穿設することができる。こ

のため、特に測定室流出通路638aの形成が容易になる。

【0075】さらに、主流入通路37aを測定室流入通路37bに対して所定の角度をもって接続する態様も考えられる。図16にはその極端な例として、主流入通路737aが測定室流入通路37bに対して90度で接続される態様、換言すれば、バイパス通路39と同軸状に形成される態様が示されている。しかし、このような態様を採用すると、ガス濃度センサ725の応答性が悪くなるという問題が生じる。すなわち、図17に示すように、ガス濃度センサの応答性は、ある時点で濃度を変更してからその変更後の濃度を安定して検出できるセンサ出力(飽和出力)を基準(100%)とし、ガス濃度センサのセンサ出力がその90%に到るまでの応答時間(つまり、90%応答時間)で評価される。この応答時間について、図11に示したガス濃度センサ425(主流入通路37aと測定室流入通路37bとが同軸状に接続)と図16に示したガス濃度センサ725(主流入通路37aが測定室流入通路37bに対して90度で接続)について実験を行ったところ、図11のガス濃度センサ425を採用した場合の当該応答時間が1.09秒であるのに対し、図16のガス濃度センサ725を採用した場合の当該応答時間は2.5秒となった。従って、図16の態様の方がその応答性が明らかに悪くなっていることが分かる。これは、図16のガス濃度センサ725の場合、主流入通路737aと測定室流入通路37bとのなす角度が大きい(この場合90度)であるため、主流入通路737aを通過する吸入空気が測定室流入通路37bに流れ込み難くなっているため、測定室34に十分な吸入空気が供給されるまでに時間がかかるためであると考えられる。従って、主流入通路と測定室流入通路とのなす角度はできる限り小さく(好ましくは同軸状に)するのがよいことが分かる。

【0076】また、上記実施例においては、ガス濃度センサのタイプとして、超音波を一方向に飛ばすタイプ、すなわち、測定室内で互いに対向する2カ所の壁面にそれぞれ設けられたタイプを示したが、本発明のガス濃度センサは、図18に示す反射型のガス濃度センサ825として構成することもできる。

【0077】この場合は、測定室34内で互いに対向する2カ所の壁面の内的一方に超音波を送受信可能な超音波送受信素子835が設けられ、この超音波送受信素子835が、他方の壁面836に向けて超音波を送信すると共に、この壁面836を反射面として反射してくる超音波の反射波を受信することになる。そして、超音波の送信時から反射波の受信までの伝播時間に基づいて、吸入空気中の特定ガスのガス濃度が検出される。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施例に係るガス濃度センサを含むシステム全体を示すシステム構成図である。

【図2】 第1実施例に係るガス濃度センサの構造を示す説明図である。

【図3】 ガス濃度センサに適用される超音波素子の構造を示す説明図である。

【図4】 ガス濃度センサの電気的構成を示すブロック図である。

【図5】 ガス濃度センサの基本原理を示す説明図である。

【図6】 センサ出力とブタン濃度との関係を示すグラフである。

【図7】 第2実施例に係るガス濃度センサの構造を示す説明図である。

【図8】 ガス濃度センサの性能を示す説明図である。

【図9】 第3実施例に係るガス濃度センサの構造を示す説明図である。

【図10】 ガス濃度センサの性能を示す説明図である。

【図11】 第4実施例に係るガス濃度センサの構造を示す説明図である。

【図12】 ガス濃度センサの性能を示す説明図である。

【図13】 ガス濃度センサの構造の変形例を示す説明図である。

【図14】 ガス濃度センサの構造の変形例を示す説明図である。

【図15】 ガス濃度センサの構造の変形例を示す説明図である。

【図16】 ガス濃度センサの構造の変形例を示す説明図である。

【図17】 ガス濃度センサの応答性を示す説明図である。

【図18】 ガス濃度センサの構造の変形例を示す説明図である。

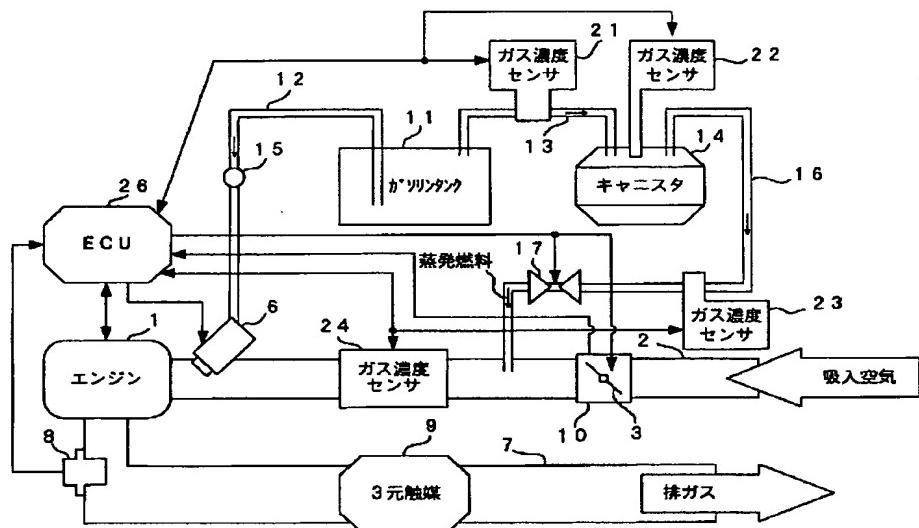
【図19】 従来のガス濃度センサの構造を示す説明図である。

【図20】 従来のガス濃度センサの構造による問題点を示す説明図である。

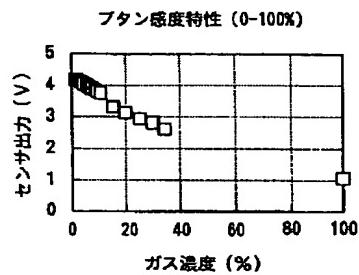
#### 【符号の説明】

25(21, 22, 23, 24) . . . ガス濃度センサ、  
 34 . . . 測定室、 34a . . . 流入孔、 34b . . . 流出孔、 35 . . . 超音波素子、 35a . . . 送信器、 35b . . . 受信器、 37a . . . 主流入通路、 37b . . . 測定室流入通路、 38a . . . 測定室流出通路、 38b . . . 主流出通路、 39 . . . バイパス通路

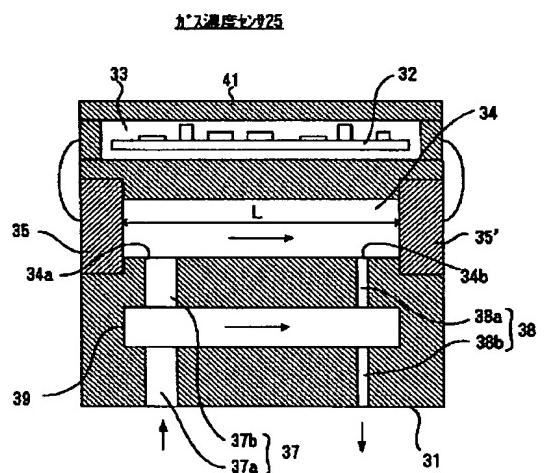
【図1】



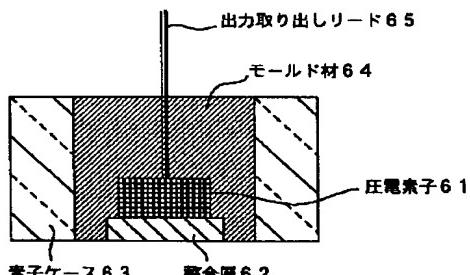
【図6】



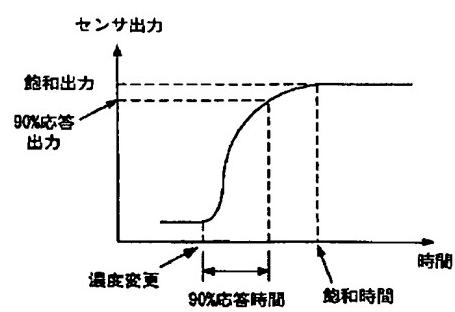
【図2】



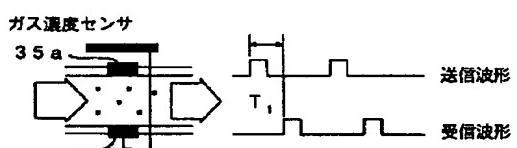
超音波素子35, 35'



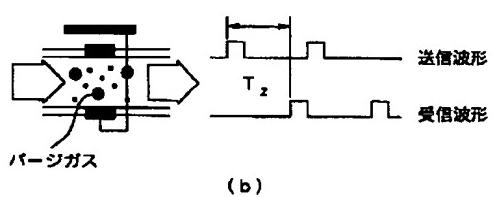
【図17】



【図5】

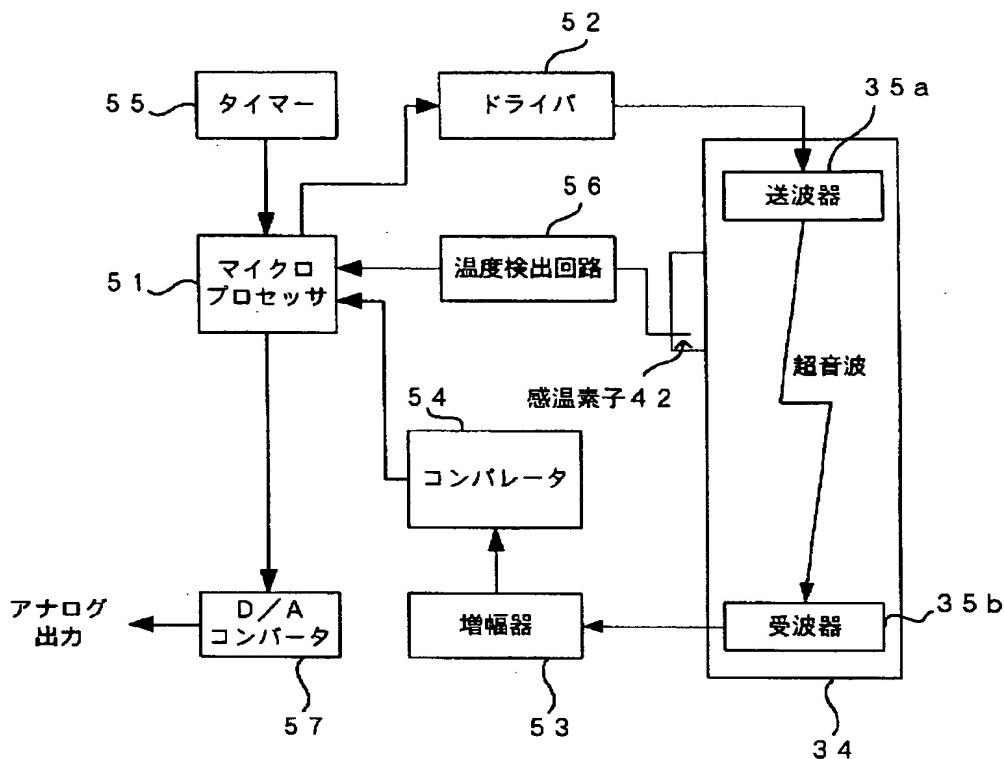


(a)

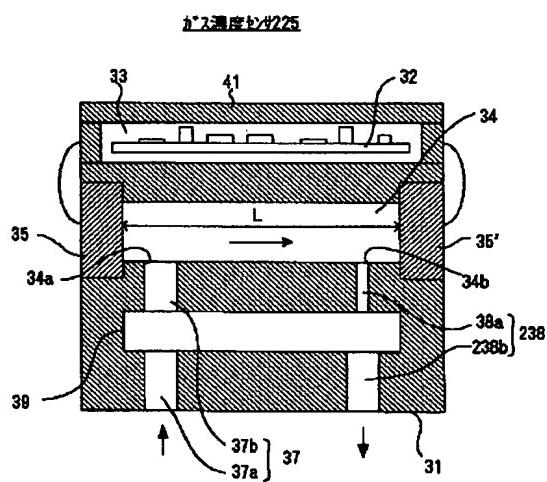


(b)

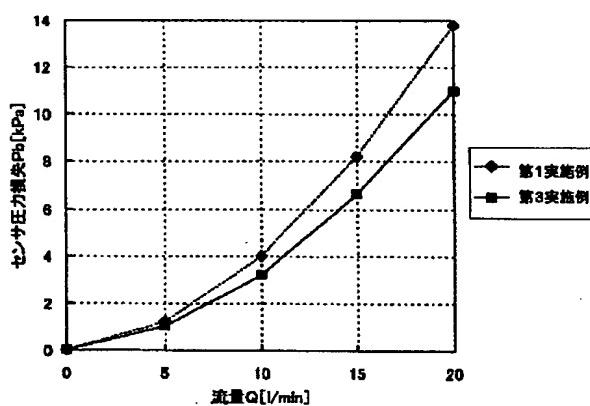
【図4】



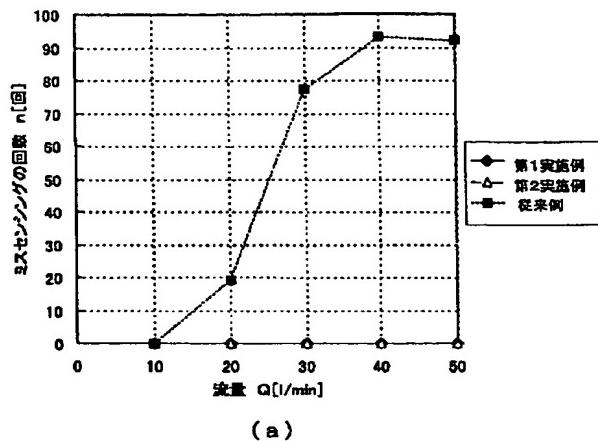
【図7】



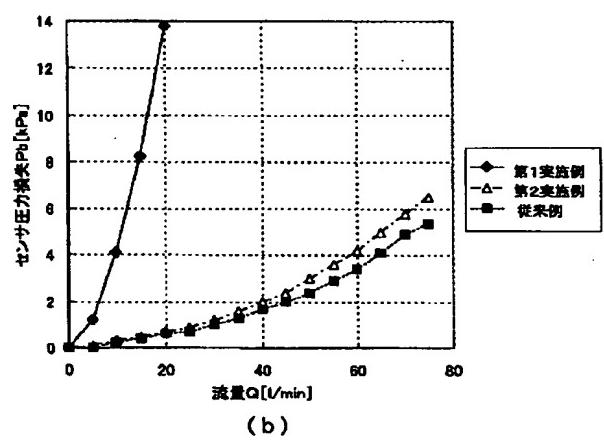
【図10】



【図8】

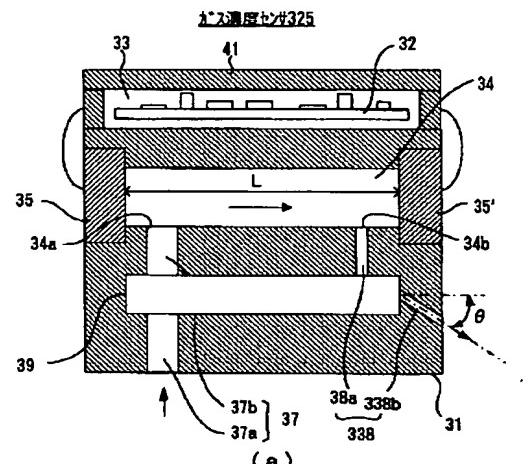


(a)

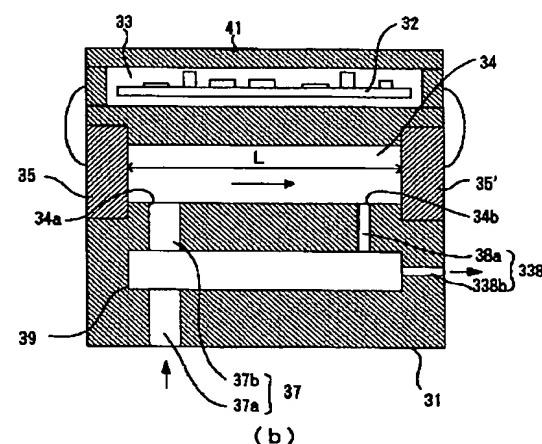


(b)

【図9】



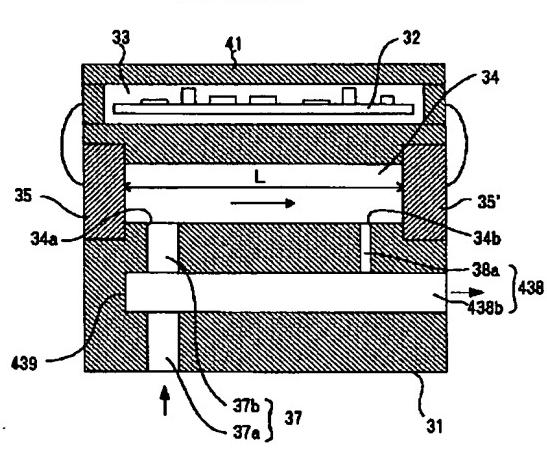
(a)



(b)

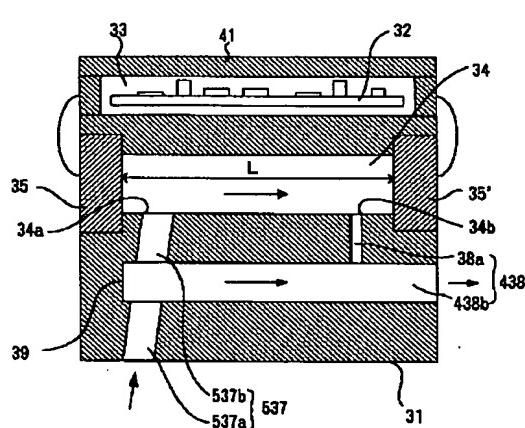
【図11】

ガス温度センサ425

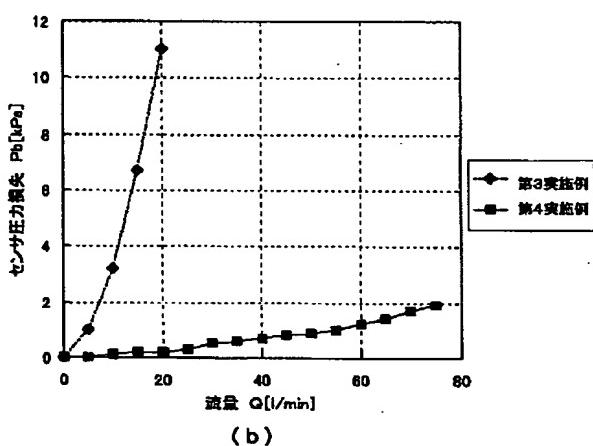
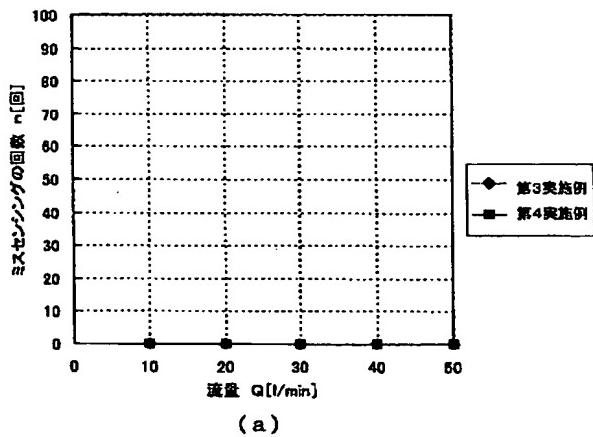


【図13】

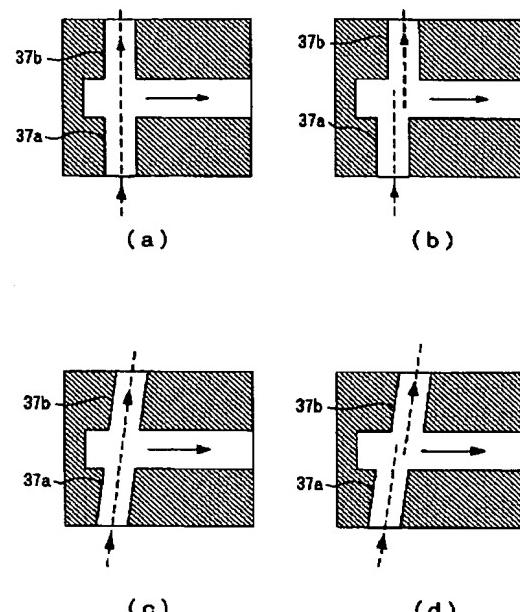
ガス温度センサ525



【図12】

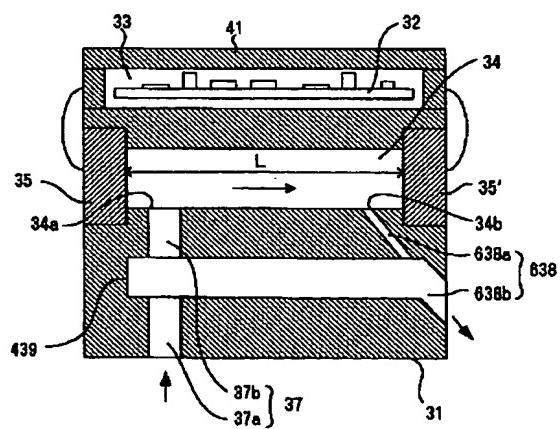


【図14】



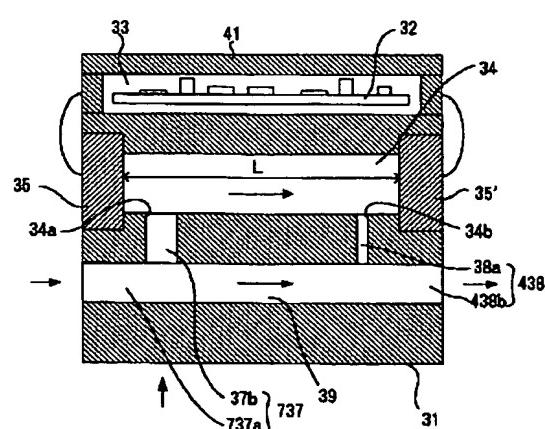
【図15】

注入温度センサ626

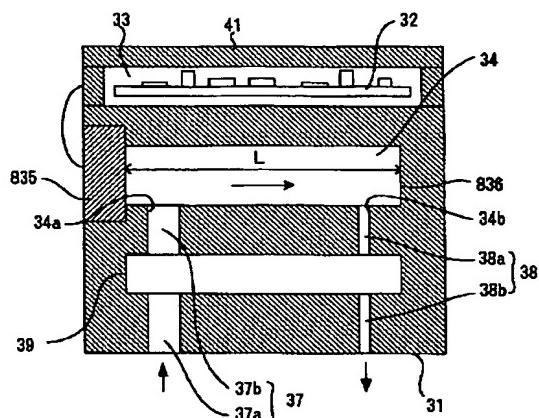


【図16】

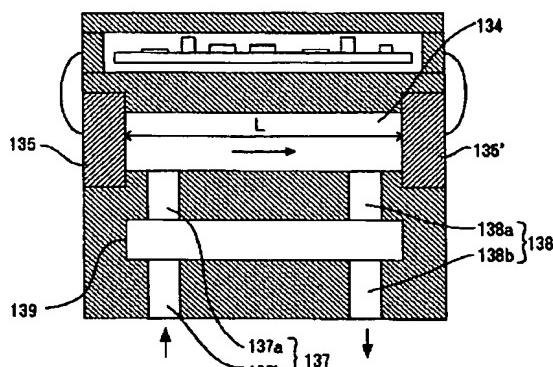
注入温度センサ725



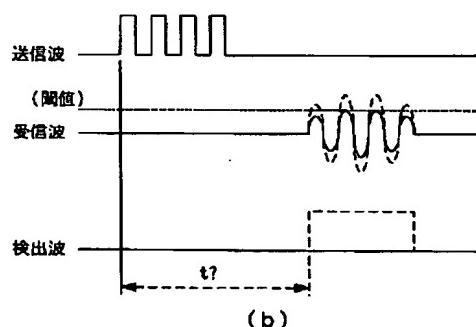
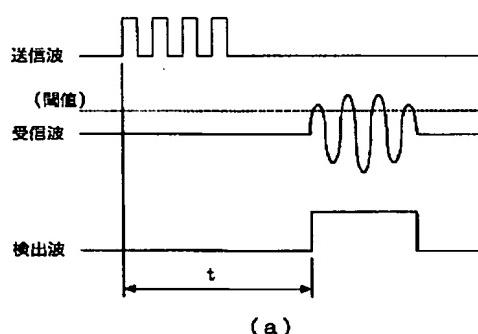
【図18】

ガス濃度センサ825

【図19】

ガス濃度センサ125

【図20】



フロントページの続き

(72)発明者 廣瀬 貴彦

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日  
本特殊陶業株式会社内

(72)発明者 伴野 圭吾

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日  
本特殊陶業株式会社内

(72) 発明者 石田 昇

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日  
本特殊陶業株式会社内

Fターム(参考) 2G047 AA01 BC02 BC15